

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

APPLICANT(S):     Wook KIM

SERIAL NO.:        not yet assigned

FILED:              concurrent herewith              DATED: August 15, 2003

FOR:                **MULTIPROTOCOL LABEL SWITCHING DEVICE  
WITH DISTRIBUTED FORWARD ENGINES  
AND METHOD THEREOF**

Mail Stop Patent Application  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

**TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT**

Sir:

Enclosed is a certified copy of Korean Patent Appln. No. 2002-  
0073437 filed on November 25, 2002, from which priority is claimed under 35  
U.S.C. §119.

Respectfully submitted,



Paul J. Farrell, Esq.  
Reg. No. 33,494  
Attorney for Applicant(s)

**DILWORTH & BARRESE, LLP**  
**333 Earle Ovington Blvd.**  
**Uniondale, NY 11553**  
**(516) 228-8484**

**CERTIFICATION UNDER 37 C.F.R. 1.10**

I hereby certify that this New Application Transmittal and the documents referred to as enclosed therein are being deposited with the United States Postal Service in an envelope as "Express Mail Post Office to Addressee" Mail Label Number EV333228289US addressed to: Mail Stop Patent Application, Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on the date listed below.

Dated: August 15, 2003

  
Jeff Kirshner

Wook KIM  
ATTY. DOCKET: 1235-5  
(SP2006-66)

대한민국특허청  
KOREAN INTELLECTUAL  
PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출원번호 : 10-2002-0073437  
Application Number PATENT-2002-0073437

출원년월일 : 2002년 11월 25일  
Date of Application NOV 25, 2002

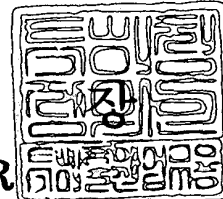
출원인 : 삼성전자 주식회사  
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2002 년 12 월 27 일

특 허 청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2002.11.25
【국제특허분류】	H04M
【발명의 명칭】	분산 포워드 엔진 구조의 멀티 프로토콜 레이블 교환 장치 및 그 방법
【발명의 영문명칭】	Multi Protocol Label Switching apparatus with distributed Forward Engine and method therefor
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	권혁록
【대리인코드】	9-1998-000115-1
【포괄위임등록번호】	2002-060519-2
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김욱
【성명의 영문표기】	KIM,Wook
【주민등록번호】	710217-1024319
【우편번호】	150-057
【주소】	서울특별시 영등포구 신길7동 한성아파트 103동 301호
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 권혁록 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	0 면 0 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	4 항 237,000 원
【합계】	266,000 원

## 【요약서】

## 【요약】

본 발명은 분산 포워드 엔진(FE)구조를 채택함으로 입력되는 트래픽이 한번의 스위치 경유를 통해 목적지로 가도록 하여 스위치 자원의 낭비를 막음으로써 장치의 성능 향상 및 안정적인 동작을 수행하기 위해, 패킷이 입력 또는 출력되는 포워드 엔진이 각각 분산되어 장착되는 인터페이스 모듈과, 포워드 엔진간의 VPI(Virtual Path Identifier)를 할당하며 이에 대한 정보를 저장 및 관리하는 컨트롤러와, 패킷이 장치 내에서 포워드 엔진간에 스위칭되게 하는 스위치를 포함하여 구성한다. 이때 컨트롤러는 포워드 엔진간의 VPI 할당시  $VPI \text{ 번호} = [(자기 \text{ 포워드 엔진 번호} + 상대 \text{ 포워드 엔진 번호}) \% 총 \text{ 포워드 엔진수}]$ 에 따라 할당하고, VPI 정보를 기반으로 내부 연결정보를 생성, 저장, 추출 또는 삭제하며, 이에 따른 내부연결정보를 상기 포워드 엔진으로 전송하며, 포워드 엔진은 상기 제공받은 내부 연결정보에 따라 내부 연결 정보를 변경하며 연결 동작을 수행한다.

## 【대표도】

도 2a

## 【색인어】

MPLS, LER, 포워드 엔진, 분산 구조

## 【명세서】

## 【발명의 명칭】

분산 포워드 엔진 구조의 멀티 프로토콜 레이블 교환 장치 및 그 방법{Multi Protocol Label Switching apparatus with distributed Forward Engine and method therefor}

## 【도면의 간단한 설명】

도 1a, 1b는 종래의 일반적인 레이블 에지 라우터(LER)의 개략적인 구조의 일 예시도

도 2a, 2b는 본 발명의 일 실시예에 따른 분산 포워드 엔진 구조의 멀티 프로토콜 레이블 교환장치(LER)의 개략적인 전체 구조도

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 분산 포워드 엔진 구조의 멀티 프로토콜 레이블 교환장치(LER)의 포워드 엔진 내부연결정보 관리 동작의 흐름도

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 분산 포워드 엔진 구조에서 각 포워드 엔진간의 VPI(Virtual Path Identifier) 번호 할당 테이블의 예시도

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 분산 포워드 엔진 구조에서 VP 전체 메시 테이블의 예시도

도 6은 본 발명에 따라 분산 포워드 엔진 구조에서 각 포워드 엔진간의 VP 전체 메시 연결이 이루어진 상태도

도 7은 일반적인 포워드 엔진간의 VPI(Virtual Path Identifier) 번호 할당 테이블의 예를 설명하기 위한 도면.

도 8은 일반적인 포워드 엔진간의 VP 전체 메시 연결이 이루어진 상태도

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 분산 포워드 엔진 구조에서 LSP(Label Switched Path) 설정에 따른 내부 연결 정보 생성을 설명하기 위한 각 포워드 엔진간의 연결 상태 예시도

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 분산 포워드 엔진 구조에서 각 포워드 엔진간의 내부 연결을 위한 FT(Forwarding Table), MT(Merging Table) 정보를 설명하기 위한 포워드 엔진간의 연결 상태 예시도

#### 【발명의 상세한 설명】

#### 【발명의 목적】

#### 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<11> 본 발명은 멀티 프로토콜 레이블 교환(MPLS: Multi Protocol Label Switching) 시스템에 관한 것으로, 특히 분산(distributed) 포워드 엔진(FE: Forward Engine)구조의 MPLS 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

<12> MPLS 망은 인터넷 프로토콜(IP: Internet Protocol) 패킷을 망 입출력시에만 라우팅 처리를 하고, 망 중심에서는 레이블을 이용한 고속 스위칭을 하여 IP 망의 성능을 개선한 기술로서, 비연결형으로 동작하는 IP 망내에 논리 채널인 레이블 스위치 경로(LSP: Label Switched Path)를 설정하여 연결형으로 동작하도록 한다.

- <13> 즉, MPLS는 비동기전달모드(ATM : Asynchronous Transfer Mode)이나 프레임 릴레이의 QoS를 제공하면서 IP의 유동성과 확장성을 제공하기 위하여 고안된 전송 메커니즘으로서, 최근 인터넷의 핫 이슈인 IP 망에서 제공해 줄 수 있는 향상된 IP 서비스, 즉 가상 사설망(VPN: Virtual Private Network)이나 VoIP(Voice over IP), 웹 호스팅, 전자상거래, 트래픽 엔지니어링의 메커니즘을 제공하기에 용이한 구조를 가지고 있다.
- <14> MPLS의 기본 아이디어는 서로 다른 제어 모듈들을 조합하여 레이블 교체(Label Swapping)를 수행하여 포워딩하는 것이다. 여기에서 제어 모듈은 기본적인 유니캐스트 라우팅 모듈, 트래픽 엔지니어링 모듈, VPN 모듈 등이 될 수 있다. 이러한 MPLS 망에서의 LSP는 MPLS의 연결 설정 프로토콜인 레이블 분배 프로토콜(LDP: Label Distribution Protocol)에 의해 설정되고, LSP에 의한 패킷 전달은 레이블이란 짧은 헤더를 이용하여 효율적이고 빠르게 패킷을 전송하는 것이다.
- <15> 이러한 MPLS 망의 구성 요소는 기존 망과의 경계점에 위치하여 IP 패킷에 레이블을 첨부하여 MPLS 패킷을 만들어 MPLS 망에 진입시키는 역할과 MPLS 망에서 다른 기존 망으로 가기 위하여 MPLS 연결을 종단시키는 역할을 수행하는 레이블 에지 라우터(LER : Label Edge Router)와 레이블 교체 역할을 하는 레이블 스위치 라우터(LSR : Label Switched Router)로 구성되어 있다.
- <16> 여기서 진입 레이블 에지 라우터(LER)는 비-MPLS 망으로부터 전달되어 오는 패킷의 헤더(IP address)를 분석하여 이 패킷이 전달될 LSP를 결정하고, 상기 결정된 LSP에 따라 패킷을 인캡슐레이션, 즉 링크 계층에 따라 다른 포맷의 레이블을 부착한다. 상기 레이블 스위치 라우터(LSR)는 상기 LER로부터 레이블화된 패킷이 들어오면 그 레이블만 검사하여 레이블 값을 바꾸고 정해진 출구로 전달한다. 출구 레이블 에지 라우터(LER)에서

는 도착한 패킷에서 레이블을 제거하고, 그 패킷을 전달한다. 이와 같이, MPLS 망에서 LSP의 종단점에 해당하는 LER에서는 계층 3 패킷 순방향 기능이 수행되고, 코어의 LSR에서는 계층 2 패킷 순방향 기능이 수행된다.

<17> 도 1a는 일반적인 레이블 에지 라우터(LER)의 개략적인 구조의 일 예시도이다. 도 1을 참조하면, LER은 셀이 입력 또는 출력되는 다수의 AIM(ATM Interface Module)(110)과, 라우터의 전체 동작을 관리하는 라우팅 프로세서(routing processor)(120) 및 셀이 라우터 내에서 특정 포트(port)로 스위칭될 때에 사용되는 스위치 패브릭(switch fabric)(130)으로 구성된다. 이러한 LER은 중앙 집중식 구조로서 미리 설정된 특정한 하나의 AIM(110)에 포워드 엔진(FE)이 장착되는 구조를 가진다.

<18> 그런데, 상기한 바와 같이 종래의 MPLS 장치(LER)는 중앙집중식(centralized) FE(forward engine) 구조를 가지므로, 도 1b에 예로서 도시한 바와 같이, 장치로 유입되는 트래픽(traffic)이 목적지로 가기 위해서는 스위치(130)를 경유하여 FE가 있는 AIM로 가서 FE의 포워딩 테이블(forwarding table)을 룩업(look up)하게 되고, 이후 다시 목적지로 향하는 AIM으로 가기 위해서 다시 스위치(130)를 경유하도록 연결을 설정되어야 한다. 이와 같이, 종래의 MPLS 장치는 하나의 연결에 대해 내부적으로 2번의 스위치 연결이 필요하며, 이는 연결이 많아질수록 스위치 자원의 낭비를 초래하게 된다.

#### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<19> 따라서, 본 발명의 목적은 분산 포워드 엔진(FE)구조를 채택함으로 입력되는 트래픽이 한번의 스위치 경유를 통해 목적지로 가도록 하여 스위치 자원의 낭비를 막음으로

써 장치의 성능 향상 및 안정적인 동작을 수행하기 위한 분산 포워드 엔진 구조의 멀티 프로토콜 레이블 교환 장치 및 그 방법을 제공함에 있다.

<20>       상기한 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 분산 포워드 엔진 구조를 가지기 위한 멀티 프로토콜 레이블 교환 장치에 있어서, 패킷이 입력 또는 출력되는 포워드 엔진이 각각 분산되어 장착되는 인터페이스 모듈과, 포워드 엔진간의 VPI(Virtual Path Identifier)를 할당하며 이에 대한 정보를 저장 및 관리하는 컨트롤러와, 패킷이 장치 내에서 포워드 엔진간에 스위칭되게 하는 스위치를 포함하여 구성함을 특징으로 한다.

<21>       또한 상기 컨트롤러는 상기 포워드 엔진간의 VPI 할당시  $VPI \text{ 번호} = [(자기 \text{ 포워드 엔진 번호} + 상대 \text{ 포워드 엔진 번호}) \% 총 \text{ 포워드 엔진 수}]$ 에 따라 할당하며, VPI 정보를 기반으로 내부 연결정보를 생성, 저장, 추출 또는 삭제하며, 이에 따른 내부연결정보를 상기 포워드 엔진으로 전송한다. 이에 따라 포워드 엔진은 제공받은 내부 연결정보에 따라 내부 연결 정보를 변경하며 연결 동작을 수행한다.

#### 【발명의 구성 및 작용】

<22>       이하 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 하기 설명에서는 구체적인 구성 소자 등과 같은 특정 사항들이 나타나고 있는데 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐 이러한 특정 사항들이 본 발명의 범위 내에서 소정의 변형이나 혹은 변경이 이루어질 수 있음은 이 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게는 자명하다 할 것이다.

- <23> 도 2a는 본 발명의 일 실시예에 따른 분산 포워드 엔진 구조의 MPLS 장치 즉, LER의 개략적인 전체 구조도이다. 도 2를 참조하면, 본 발명에 따른 LER은 패킷이 입력 또는 출력되는 포워드 엔진(FE: Forwarding Engine)이 각각 분산되어 장착되는 MIM(MPLS Interface Module)(210)과, 형상정보 및 각 FE간의 VPI(Virtual Path Identifier)를 할당하며 이에 대한 정보를 저장하여 관리하는 MSC(MPLS Service Controller)(220) 및 패킷이 라우터 내에서 특정 FE로 스위칭될 때에 사용되는 스위치 패브릭(switch fabric)(230)으로 구성된다.
- <24> 이와 같이, 본 LER은 분산 FE 구조를 가지므로, 도 2b에 예로서 도시한 바와 같이, 본 발명에 따른 LER은 유입되는 트래픽(traffic)이 목적지로 가기 위해서는 스위치(230)를 한번만 경유 목적지 FE으로 보내질 수 있으며, 이에 따라 종래와 비교하여 스위치 자원의 낭비를 줄이게 된다.
- <25> 이하 본 발명에 따른 LER의 동작을 첨부 도면을 참조하여 보다 상세히 설명하기로 한다. 하기의 설명에서 본 발명에 따른 LER은 8개 FE을 가진 구조를 예로 들어 설명하며, 이를 통해 VP 전체 메시(VP full mesh) 연결을 설명한다.
- <26> 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 분산 FE 구조의 LER에서 포워드 엔진 내부연결 정보 관리 동작의 흐름도이다. 도 3을 참조하면, 본 발명에 따른 LER의 MSC(120)에서 초기 구동시 형상정보 관리블록(GSMP master)(222)은 302단계에서 형상정보를 도 4에 도시된 바와 같이 할당하고, 이후 304단계에서 도 5에 도시된 바와 같이 형상정보 관리블럭(GSMP master)은 GSMP 슬레이브(slave)에 의해 FE간을 VP 전체메시(full mesh) 연결한 후 이 정보를 받아 전체 메시(full mesh) 연결정보(VP 전체 메시 테이블)를 자원관리블록(Label Manager)(224)에 통보하여 이를 저장하게 한다. 이때 VPI는 FE간의 연결 구분

을 위해, 상기 도 4 및 도 6에 도시된 바와 같이, 각각의 FE내에서 상대 FE 각각 당 구별되는 독립적인 번호이어야 한다. 도 6에는 본 발명에 따라 각 FE간의 VP 전체 메시 연결이 이루어진 상태가 도시되고 있다.

<27> 각각의 FE 내에서 상대 FE 각각 당 구별되는 VPI 번호를 할당하기 위해서 본 발명에서는 다음의 수식을 이용한 방식을 사용한다.

<28> 
$$VPI \# = (자기FE\# + 상대FE\#) \% 총FE수$$

<29> 즉, 각각의 VPI 번호는 자기 FE 번호에다 상대 FE 번호를 더한 후 이를 총 FE 수로 나눈 나머지 수가 된다. 이러한 본 발명에 따른 VPI 번호의 할당 방식은 필요한 VPI 번호의 개수가 [전체 FE 개수]이므로, 일반적으로 사용되는 공식인  $[VPI \# = (자기FE\# + 상대FE\#)]$ 를 이용한 것 보다 VPI 자원을 효율적으로 이용할 수 있다. 즉 일반적으로 사용되는 방식을 사용하는 경우, 필요한 VPI 개수는 도 7 및 도 8에 도시된 바와 같이,  $[(전체FE개수-1) + (전체FE개수-2)]$ 이며, 이는 즉 8개의 FE로 구성될 경우에 필요한 VPI 13개이다. 이에 비해 본 발명에 따른 VPI 번호 할당 방식은 종래에 비해 효율적으로 VPI 자원을 이용할 수 있어서(종래와 대비하여 약 50%) VPI 자원의 절감을 가져올 수 있게 된다.

<30> 이와 같이, VPI 할당한 후 도 5에 도시된 바와 같은 메시(full mesh) 연결정보(VP 전체 메시 테이블)를 구성하게 되는데, 도 5의 테이블을 참조하면(->표시), 예를 들어 0번 FE의 포트 14번이 4번 FE의 포트 50과 연결되며 VPI 번호는 4번임이 도시되고 있다.

<31> 다시 도 3을 참조하면, 연결 설정시에 MSC(220)의 자원관리블록(224)은 VP 전체 메시 정보를 기반으로 내부 연결 정보를 생성 및 저장하여 306단계에서 각 FE 내부 연결

정보를 전송하게 된다. 이에 따라 FE는 FT(Forwarding Table) 및 MT(Merging Table)에 이를 저장하게 된다.

<32> 즉, 이와 같이 FE간 VP 전체 메시 연결이 이루어진 후, LSP와 같이 LER의 연결이 설정된 경우 동일 LER내의 다른 FE에서는 설정된 LSP로 가기 위한 연결통로가 생성되어야 한다. 이를 위해 VP 전체 메시 테이블을 참조하여 기존에 생성된 VP 전체 메시 정보에 VCI(Virtual Channel Identifier) 풀(pool)에서 가용한 임의의 VCI번호를 할당하여 FE간 연결정보(포트, VPI, VCI)를 생성하게 된다. 도 9를 참조하면, 특정 목적지(FEC) A로 연결된 FE가 4번 FE일때 VCI 번호가 40으로 할당되고 4번 FE에서 각각의 FE 및 목적지 연결을 위한 포트 VPI 및 VCI가 생성됨이 도시되고 있다.

<33> 이와 같이 생성된 연결정보는 FE의 FT(Forwarding Table)에 저장되어 인입된 패킷의 목적지가 일치되는 경우, 해당 연결 통로로 전달시켜주게 하고, 실제 LSP가 연결된 FE에서는 다른 FE와의 연결을 LSP로 연결시키기 위해 MT(Merging Table)에 각각의 FE간 연결정보를 LSP의 연결정보와 매핑시켜 여러 FE로부터 인입된 패킷이 하나의 LSP로 나갈 수 있도록 머징(merging) 기능을 수행하게 된다. 도 10을 참조하면, 예를 들어 0번 FE에서 목적지가 A인 패킷이 입력되면 FT를 참조하여, 적절한 연결 통로(즉, 포트 14, 내부 VPI 4, VCI 40)로 전달하며, 이에 따라 패킷은 4번 FE로 전달된다. 4번 FE는 MT를 참조하여 각각의 FE로부터 전달된 해당 패킷이 적절한 통로(즉, 포트 58, 외부 VPI 20, VCI 40)로 전송하여 해당하는 LSP로 전달될 수 있도록 한다.

<34> 이후 다시 도 3을 참조하면, 연결 해제시에 MSC(220)의 자원관리블록(224)은 VP 전체 메시 정보를 기반으로 내부 연결 정보를 추출 및 삭제하여 308단계에서 각 FE 내부

연결 정보를 전송하게 된다. 이에 따라 FE는 FT(Forwarding Table) 및 MT(Merging Table)에 이를 삭제하게 된다.

<35>       상기와 같이 본 발명의 일 실시예에 따른 구성 및 동작이 이루어질 수 있으며, 한편 상기한 본 발명의 설명에서는 구체적인 실시예에 관해 설명하였으나 여러 가지 변형이 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 실시될 수 있다. 따라서 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 의하여 정할 것이 아니고 청구범위와 청구범위의 균등한 것에 의하여 정하여져야 할 것이다.

#### 【발명의 효과】

<36>       상기한 바와 같은 본 발명에 따른 분산 포워드 엔진 구조의 MPLS 장치는 분산 포워드 엔진(FE)구조를 채택함으로써 입력되는 트래픽이 한번의 스위치 경유를 통해 목적지로 가도록 하여 스위치 자원의 낭비를 막음으로써 장치의 성능 향상 및 안정적인 동작을 수행할 수 있다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

분산 포워드 엔진 구조를 가지기 위한 멀티 프로토콜 레이블 교환 장치에 있어서,  
 제공받은 내부 연결정보에 따라 내부 연결 정보를 변경하며 연결 동작을 수행하는  
 포워드 엔진이 각각 분산되어 장착되는 인터페이스 모듈과,  
 상기 포워드 엔진간의 VPI(Virtual Path Identifier)를 할당하며 이에 대한 정보를  
 저장 및 관리하며, 상기 VPI 정보를 기반으로 상기 내부 연결정보를 관리하며 상기 관리  
 하는 내부연결정보를 상기 포워드 엔진으로 제공하는 컨트롤러와,  
 상기 패킷이 장치 내에서 포워드 엔진간에 스위칭되게 하는 스위치를 포함하여 구  
 성함을 특징으로 하는 장치.

**【청구항 2】**

제1항에 있어서, 상기 컨트롤러는 상기 포워드 엔진간의 VPI 할당시 하기 식에 따  
 라 할당함을 특징으로 하는 장치.

$$\text{VPI 번호} = [(\text{자기 포워드 엔진 번호} + \text{상대 포워드 엔진 번호}) \% \text{총 포워드엔진수}]$$

**【청구항 3】**

패킷 입출력을 위한 포워드 엔진이 각각 분산되어 장착되는 인터페이스 모듈을 구  
 비한 멀티 프로토콜 레이블 교환 장치의 내부연결정보 관리 방법에 있어서

상기 포워드 엔진간의 VPI(Virtual Path Identifier) 형상 정보를 할당하는 과정과,

상기 할당한 형상 정보를 바탕으로 VP 전체 메시(full mesh) 연결을 수행하며 VP 전체 메시 연결 정보를 생성하는 과정과,

연결 설정시 상기 VP 전체 메시 정보를 기반으로 상기 포워드 엔진간의 내부 연결 정보를 생성 및 저장하며 이에 대한 정보를 상기 각 포워드 엔진으로 전송하는 과정과,

연결 해제시에 상기 VP 전체 메시 정보를 기반으로 상기 저장한 내부 연결 정보를 추출 및 삭제하며 이에 대한 정보를 상기 각 포워드 엔진으로 전송하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 내부 연결정보 관리 방법.

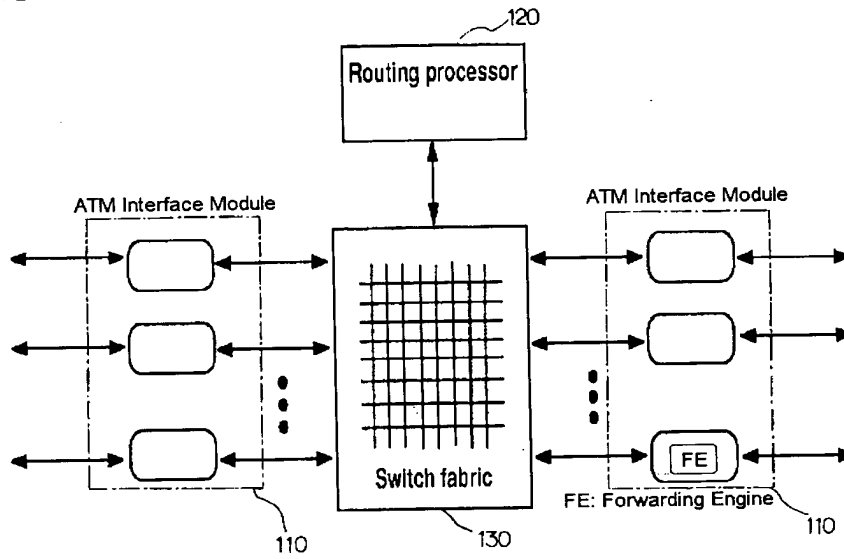
#### 【청구항 4】

제3항에 있어서, 상기 포워드 엔진간의 VPI 할당시 하기 식에 따라 할당함을 특징으로 하는 장치.

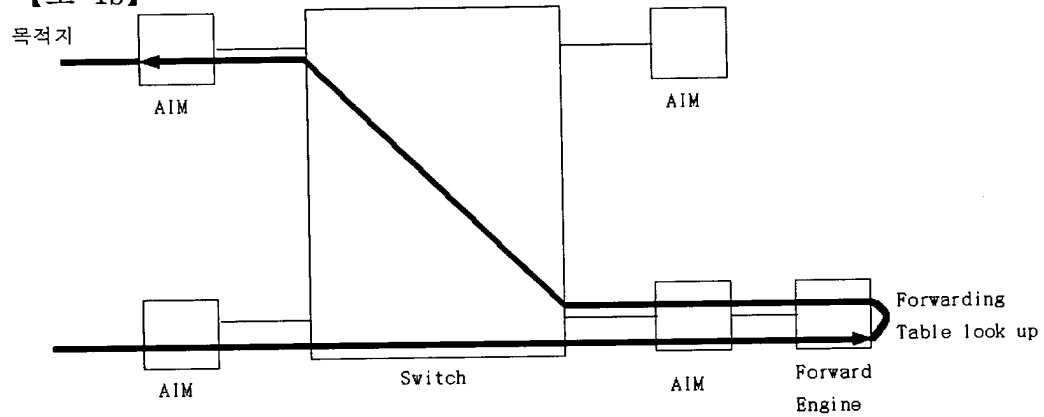
$$\text{VPI 번호} = [(\text{자기 포워드 엔진 번호} + \text{상대 포워드 엔진 번호}) \% \text{총 포워드엔진수}]$$

## 【도면】

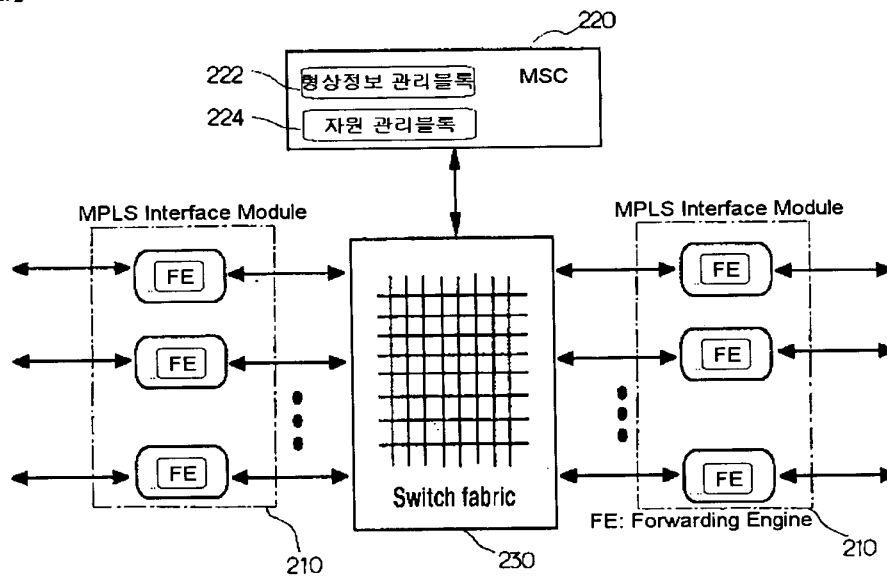
【도 1a】



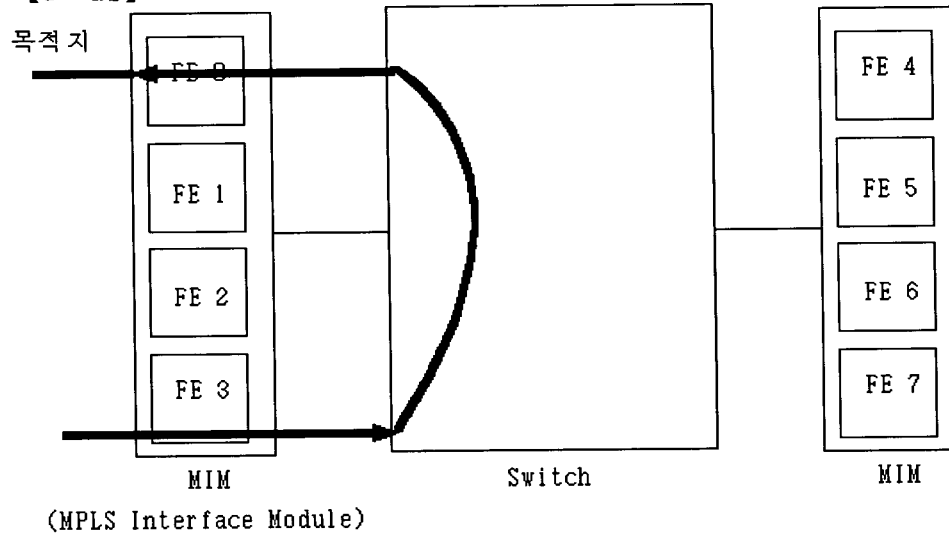
【도 1b】



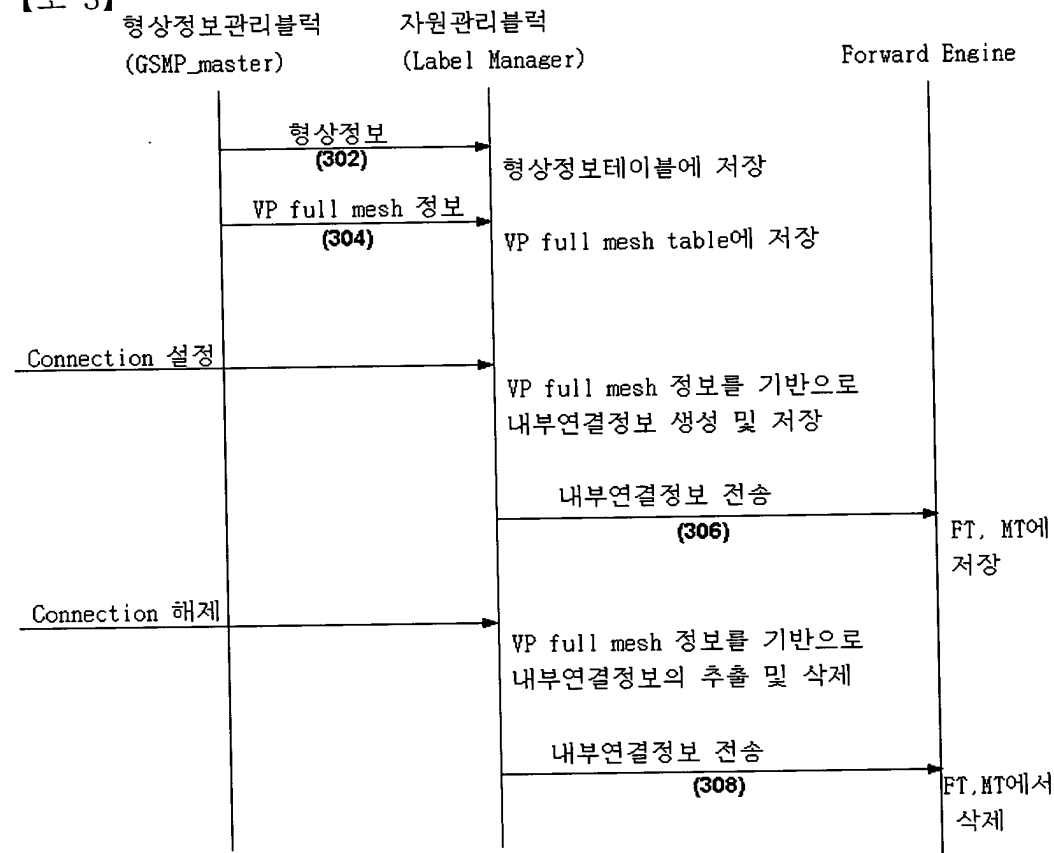
【도 2a】



【도 2b】



【도 3】



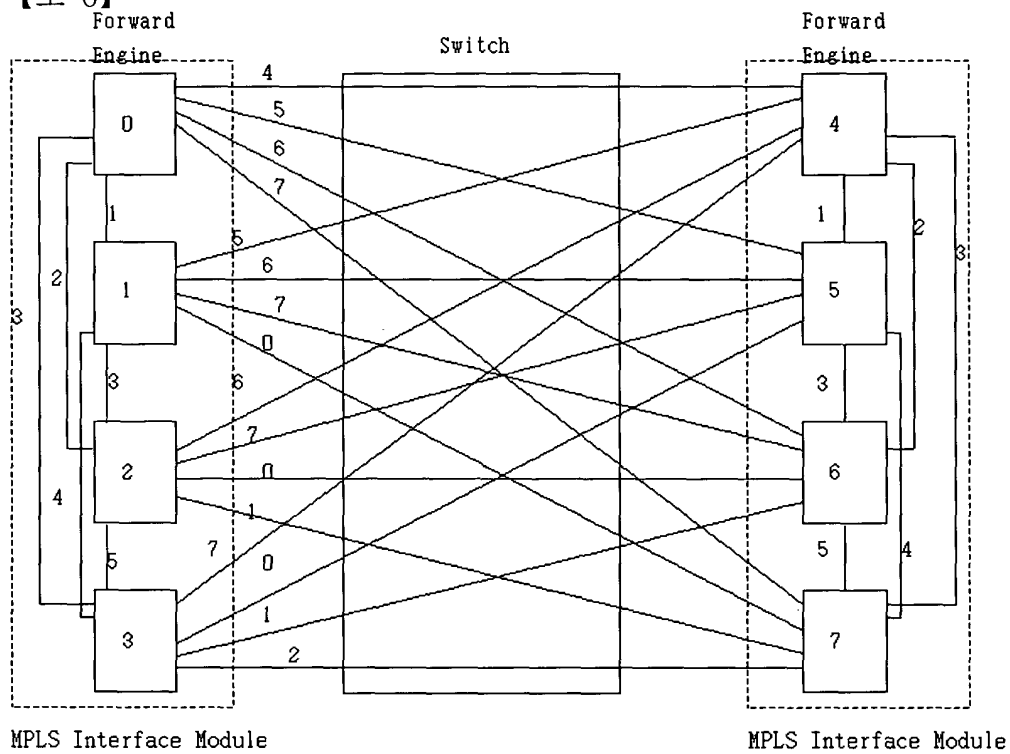
【도 4】

상대FE 자기FE	0	1	2	3	4	5	6	7
0		1	2	3	4	5	6	7
1	1		3	4	5	6	7	0
2	2	3		5	6	7	0	1
3	3	4	5		7	0	1	2
4	4	5	6	7		1	2	3
5	5	6	7	0	1		3	4
6	6	7	0	1	2	3		5
7	7	0	1	2	3	4	5	

【도 5】

FE	Port	FE	Port	VPI
0	11	1	20	1
0	12	2	30	2
0	13	3	40	3
0	14	4	50	4
0	15	5	60	5
0	16	6	70	6
0	17	7	80	7
1	22	2	31	3
1	23	3	41	4
1	24	4	51	5
1	25	5	61	6
1	26	6	71	7
1	27	7	81	0
2	33	3	42	5
2	34	4	52	6
2	35	5	62	7
2	36	6	72	0
2	37	7	82	1
:	:	:	:	:
5	66	6	76	3
5	67	7	86	4
6	77	7	87	5

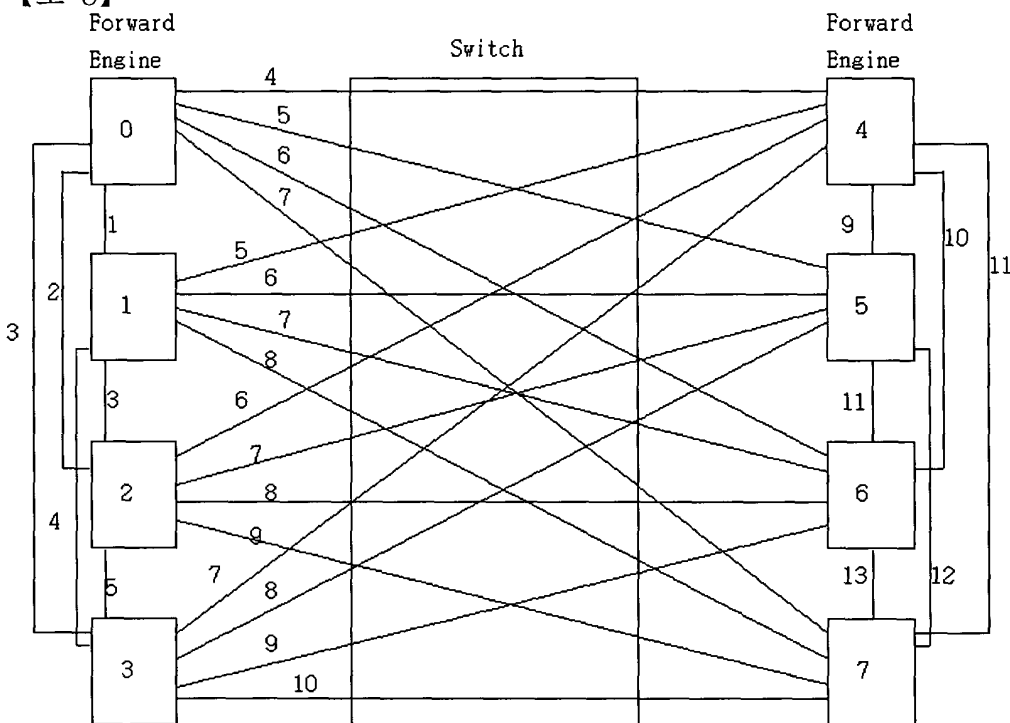
【도 6】



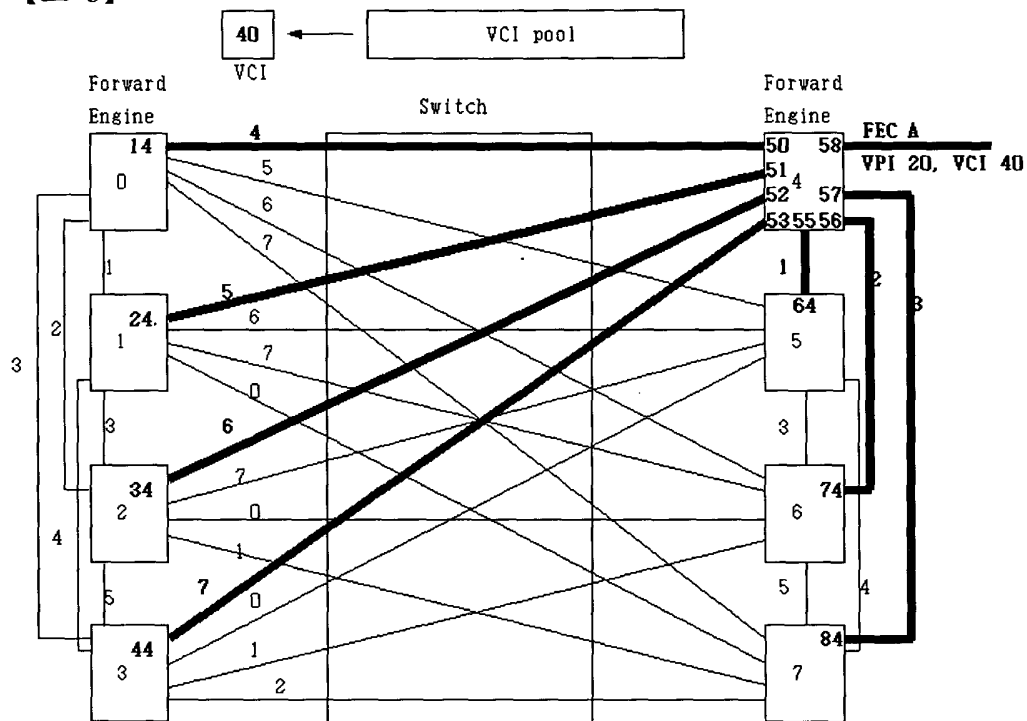
【도 7】

상대FE 자기FE	0	1	2	3	4	5	6	7
0		1	2	3	4	5	6	7
1	1		3	4	5	6	7	8
2	2	3		5	6	7	8	9
3	3	4	5		7	8	9	10
4	4	5	6	7		9	10	11
5	5	6	7	8	9		11	12
6	6	7	8	9	10	11		13
7	7	8	9	10	11	12	13	

【도 8】



【도 9】



【도 10】

